

RANCANG BANGUN ALAT PENDETEKSI DINI PENYAKIT JANTUNG KORONER BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)

(EARLY DETECTION TOOL ARCHITECTURE CORONARY HEART DISEASE BASED INTERNET OF THINGS (IOT))

M Restu Ilhami¹, Ahmad Tri Hanuranto², Sussi³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹restuilhami@student.telkomuniversity.ac.id, ²Athanuranto@telkomuniversity.ac.id,

³sussiss@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Penyakit Jantung Koroner telah menjadi penyebab kematian utama di Indonesia. Deteksi sistem aliran darah oleh sistem otomatis menggunakan sensor telah menghadirkan banyak jalan yang menjanjikan di bidang teknologi. Denyut jantung/nadi merupakan indikasi penting dalam bidang kesehatan yang berguna sebagai bahan evaluasi efektif dan cepat serta berfungsi untuk mengetahui kondisi kesehatan pada tubuh seseorang. Metode pengukuran jumlah denyut nadi telah digunakan dokter untuk menentukan stres, relaksasi, tingkat kebugaran fisik, dan kondisi medis.

Banyak fitur canggih yang dihasilkan dari *smartphone*. *Smartphone* sudah menjadi kebutuhan untuk beberapa orang, karena fiturnya sangat membantu untuk mempermudah untuk beberapa hal. Pada *smartphone* terdapat aplikasi yang sangat membantu untuk aktivitas mereka. Terutama untuk menemukan sebuah penyakit dalam hal ini adalah penyakit jantung koroner. Penulis menggunakan sensor *pulse* pada penelitian kali ini untuk mendeteksi aliran darah seseorang yang mempunyai penyakit jantung koroner. Data dari sensor akan di kirimkan ke *smartphone* yang akan bisa di akses di *mobile* aplikasi android *user* guna melihat sinyal keluaran dari aliran darah tersebut.

Aplikasi ini akan berguna untuk *user* melihat aliran darah (jantung) yang berupa sinyal yang dikeluarkan dari sensor *pulse* dan akan mengklasifikasikan penyakit jantung koroner atau tidaknya seseorang.

Kata Kunci : *Jantung koroner, sensor pulse, mobile application*

Abstract

Coronary Heart Disease has become the leading cause of death in Indonesia. Detection of the blood flow system by automatic systems using sensors has presented many promising avenues in the field of technology. Heart rate / pulse is an important indication in the health field that is useful as an effective and fast evaluation material and serves to determine the health condition of a person's body. The method of measuring the amount of the pulse has been used by doctors to determine stress, relaxation, physical fitness, and medical conditions.

Many advanced features are produced from smartphones. Smartphones have become a necessity for some people, because their features really help to make things easier. On smartphones there is an application that is very helpful for their activities. Especially to find a disease in this case is coronary heart disease. The author uses a pulse sensor in this study to detect the blood flow of someone who has coronary heart disease. Data from the sensor will be sent to a smartphone that will be able to be accessed in the Android user mobile application to see the output signal from the bloodstream.

This application will be useful for users to see the blood flow (heart) in the form of a signal released from the pulse sensor and will classify coronary heart disease or not.

Keywords : *Coronary heart, pulse sensor, mobile application*

1. Pendahuluan

Penyakit Jantung Koroner telah menjadi penyebab kematian utama di Indonesia. Deteksi sistem aliran darah oleh sistem otomatis menggunakan sensor telah menghadirkan banyak jalan yang menjanjikan di bidang teknologi. Denyut jantung/nadi merupakan indikasi penting dalam bidang kesehatan yang berguna sebagai bahan evaluasi efektif dan cepat serta berfungsi untuk mengetahui kondisi kesehatan pada tubuh seseorang[7]. Metode pengukuran jumlah denyut nadi telah digunakan dokter untuk menentukan stres, relaksasi, tingkat kebugaran fisik, dan kondisi medis.

Jantung adalah organ vital dan merupakan pertahanan terakhir untuk hidup selain otak. Denyut yang ada di jantung ini tidak bisa dikendalikan oleh manusia. Denyut jantung biasanya mengacu pada jumlah waktu yang dibutuhkan oleh detak jantung per satuan waktu. Secara umum hal tersebut direpresentasikan sebagai beats per minute (BPM) karena waktu standar yang dapat digunakan untuk mengukur berapa denyut jantung manusia, yaitu berdasarkan menit, tepatnya 1 menit. Denyut jantung manusia dewasa rata-rata yaitu: 60–100 bpm. Jika memang denyut jantung di bawah atau di atas standar, maka terdapat kemungkinan organ jantung mengalami masalah[7].

Penyakit jantung koroner telah menjadi penyebab kematian utama di Indonesia. Banyak orang terkena serangan jantung tanpa ada gejala apapun sebelumnya. Selama 50 tahun terakhir, semakin banyak orang terkena penyakit jantung koroner, dan beberapa faktor penyebab utamanya telah diketahui[9]. Penyakit Jantung Koroner mempunyai faktor risiko yang bisa diubah, yaitu dislipidemia, hipertensi, merokok, diabetes melitus, obesitas, stres psikososial, inaktivitas fisik. Sedangkan faktor risiko yang bisa diubah, yaitu usia, jenis kelamin, riwayat penyakit jantung dalam keluarga.

Banyak fitur canggih yang dihasilkan dari *smartphone*. *Smartphone* sudah menjadi kebutuhan untuk beberapa orang, karena fiturnya sangat membantu untuk mempermudah untuk beberapa hal. Pada *smartphone* terdapat aplikasi yang sangat membantu untuk aktivitas mereka. Terutama untuk menemukan sebuah penyakit dalam hal ini adalah penyakit jantung koroner. Penulis menggunakan sensor *pulse* pada penelitian kali ini untuk mendeteksi aliran darah seseorang yang mempunyai penyakit jantung koroner. Data dari sensor akan di kirimkan ke *smartphone* yang akan bisa di akses di *mobile* aplikasi android *user* guna melihat sinyal keluaran dari aliran darah tersebut.

Informasi telah bisa kita dapatkan dari banyak hal yang mudah. Penggabungan dari sistem komputer dan dunia telekomunikasi telah mempermudah informasi yang kita dapatkan. Di era globalisasi ini banyak fitur canggih yang dihasilkan dari yang namanya *smartphone*[1]. *Smartphone* sudah menjadi kebutuhan untuk beberapa orang, karena fiturnya sangat membantu untuk mempermudah untuk beberapa hal.

Dunia *mobile app* sedang menjadi bintang dikalangan *developer* dunia, maka dari itu kita perlu juga untuk mencoba melakukan pengembangan pada dunia ini. Pada *smartphone* terdapat aplikasi yang sangat membantu untuk aktivitas mereka[3]. Aplikasi *mobile* adalah aplikasi yang dimaksudkan untuk digunakan pada perangkat portabel. Aplikasi *mobile* online secara luas banyak digunakan seperti belanja online, pemesanan tiket, *e-commerce*, dan lain-lain. Aplikasi dapat digunakan secara internal maupun eksternal tergantung pada layanan dan fungsi. Terutama untuk mengetahui bagaimana cara alat ini bekerja dengan keluaran yang berupa aplikasi yang menampilkan pulsa dari denyut jantung yang akan dideteksi.

Aplikasi ini akan berguna untuk *user* melihat aliran darah (jantung) yang berupa sinyal yang dikeluarkan dari sensor *pulse* dan akan mengklasifikasikan penyakit jantung koroner atau tidaknya seseorang.

2. Dasar Teori

2.1 Jantung

Jantung adalah organ vital dan merupakan pertahanan terakhir untuk hidup selain otak. Denyut yang ada di jantung ini tidak bisa dikendalikan oleh manusia. Denyut jantung biasanya mengacu pada jumlah waktu yang dibutuhkan oleh detak jantung per satuan waktu. Secara umum hal tersebut direpresentasikan sebagai beats per minute (BPM) karena waktu standar yang dapat digunakan untuk mengukur berapa denyut jantung manusia, yaitu berdasarkan menit, tepatnya 1 menit. Denyut jantung manusia dewasa rata-rata yaitu: 60–100 bpm. Jika memang denyut jantung di bawah atau di atas standar, maka terdapat kemungkinan organ jantung mengalami masalah[7].

2.2 Penyakit Jantung Koroner

Penyakit jantung koroner (PJK) adalah penyakit yang disebabkan adanya plak yang menumpuk di dalam arteri koroner yang mensuplai oksigen ke otot jantung. Penyakit ini termasuk bagian dari penyakit kardiovaskuler yang paling umum terjadi. Penyakit kardiovaskuler merupakan gangguan dari jantung dan pembuluh darah termasuk stroke, penyakit jantung rematik dan kondisi lainnya[8].

Identifikasi faktor risiko Penyakit jantung koroner (PJK) sangat bermanfaat untuk perencanaan intervensi pencegahan. Berbagai penelitian telah berhasil mengidentifikasi faktor-faktor risiko penyakit jantung koroner antara lain hereditas, usia, jenis kelamin, sosioekonomi, letak geografi, makanan tinggi lemak dan kalori, kurang makan sayur buah, merokok, alkohol, aktifitas fisik kurang, hipertensi, obesitas, diabetes mellitus, aterosklerosis, penyakit arteri perifer, stroke dan dislipidemia[8].

Penderita PJK banyak didapatkan adanya faktor-faktor risiko. Faktor risiko utama atau fundamental yaitu faktor risiko lipida yang meliputi kadar kolesterol dan trigliserida, karena pentingnya sifat-sifat substansi ini dalam mendorong timbulnya plak di arteri koroner[9]. Penyakit Jantung Koroner mempunyai faktor risiko yang bisa diubah, yaitu dislipidemia, hipertensi, merokok, diabetes melitus, obesitas, stres psikososial, inaktivitas fisik. Sedangkan faktor risiko yang bisa diubah, yaitu usia, jenis kelamin, riwayat penyakit jantung dalam keluarga.

2.3 Sensor Pulsa

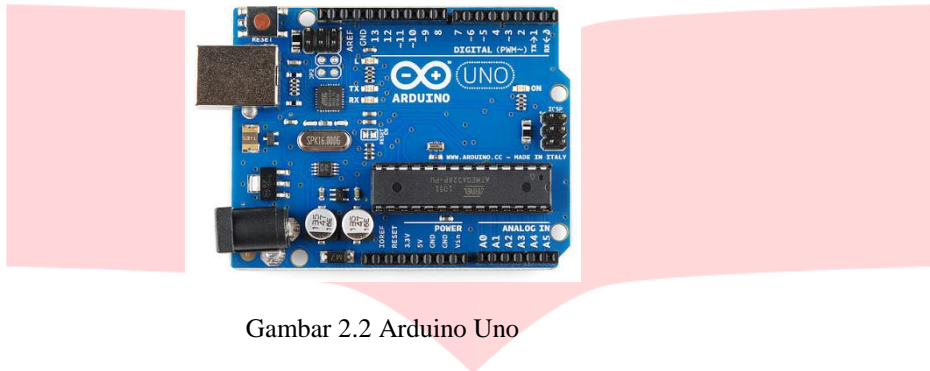
Pulse sensor adalah sensor detakan jantung yang dirancang untuk Arduino dengan sistem Plug and play pada referensi [n]. Sensor ini dapat digunakan diberbagai bidang diantaranya pengembang teknologi sistem denyut jantung kedalam sebuah proyek berbasis teknologi bidang kesehatan. Pulse sensor nantinya akan dipasang di ujung jari atau di telinga. Pulse sensor akan mengirimkan data analog ke Arduino untuk memantau secara real-time detakan-detakan yang terjadi di ujung sensornya[11].



Gambar 2.1 Sensor Pulse

2.4 Arduino

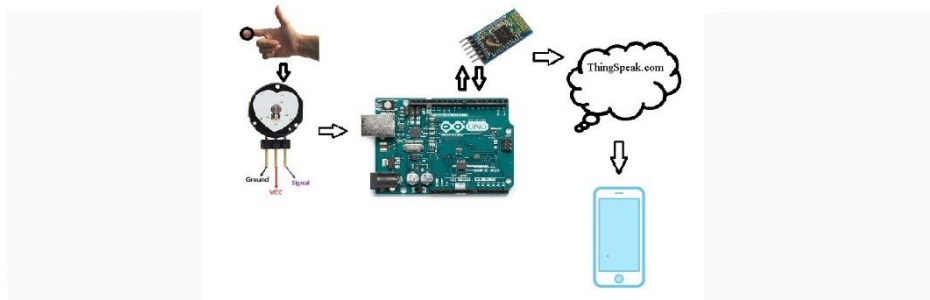
Arduino Uno adalah board berbasis mikrokontroler pada ATmega328. Board ini memiliki 14 digital input/output pin (dimana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack listrik tombol reset. Pin-pin ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, hanya terhubung ke komputer dengan kabel USB atau sumber tegangan bisa didapat dari adaptor AC-DC atau baterai untuk menggunakannya[7].



Gambar 2.2 Arduino Uno

3. Model Sistem dan Perancangan

3.1 Gambaran Umum Sistem



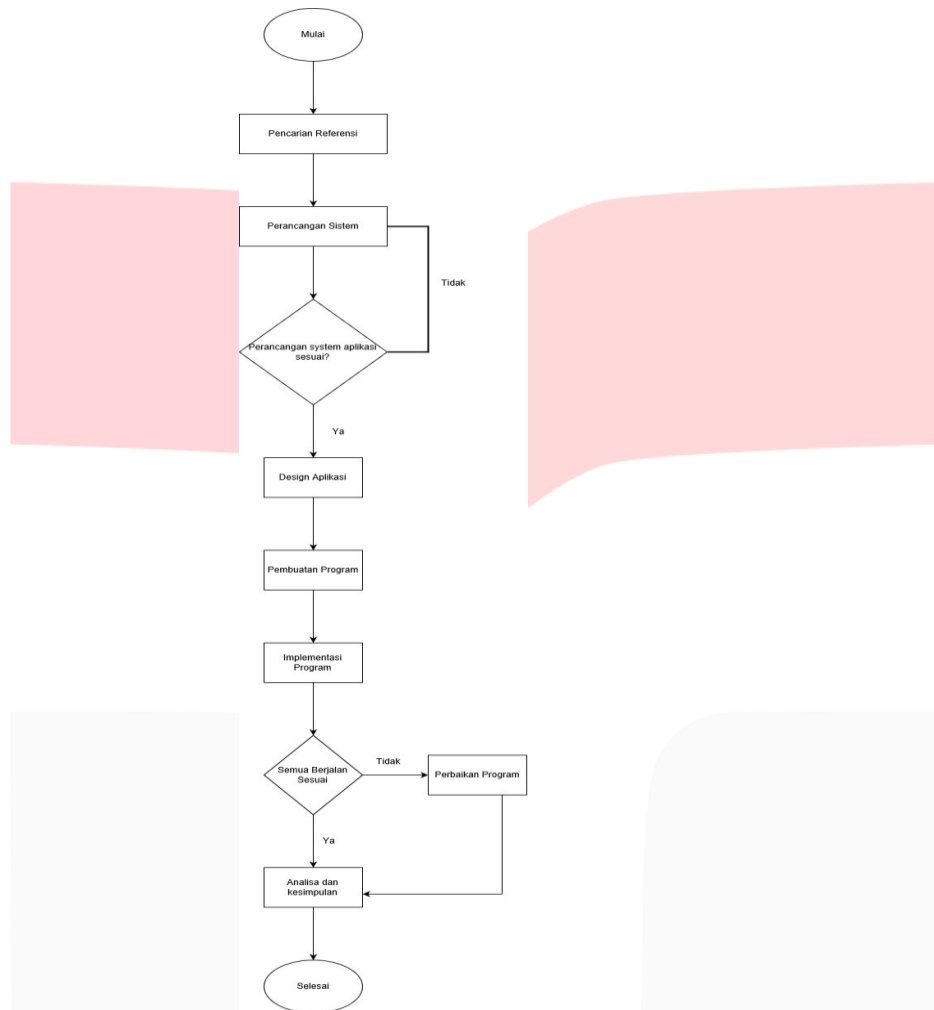
Gambar 3.1 Gambaran Umum Sistem

Pada Gambar 3.1 diatas adalah komponen sistem yang dirancang pada pembuatan aplikasi ini.

1. *Pulse sensor* akan mendeteksi dari aliran darah jantung *user*. Dari aliran tersebut akan dikirimkan ke arduino melalui ADC Pin 0 yang akan dibaca oleh arduino. *Pulse sensor* ini menggunakan *power* sebesar 5V untuk mendeteksi sinyal dengan bagus.
2. Pada arduino akan terjadi *input* dan *output* data yang keluarannya *signal analog* dari hasil deteksi jantung *user*. Pada arduino ini sudah membaca sinyal pulse sensor yang akan diubah menjadi BPM (*Beats Per Minute*) dan akan bisa menyimpulkan sinyal dimana jantung tersebut terdeteksi normal dan terdeteksi penyakit jantung koroner tersebut. Pada arduino ini juga menggunakan modul wifi esp8266 untuk mengirimkan data ke *firebase* yang akan dipanggil berupa output dari hasil arduino ke aplikasi.
3. Pada aplikasi ini data yang sudah dikirimkan dari arduino akan tersimpan di *database* dan dipanggil di aplikasi untuk mengetahui *input* dari sensor tersebut. Pada aplikasi ini juga sudah dilengkapi dengan pertanyaan berupa gejala penyakit jantung koroner.

3.2 Diagram Pembuatan Tugas Akhir

Pada pembuatan aplikasi ini sampai dapat bekerja sesuai dengan apa yang diharapkan, maka penulis merangkum dalam diagram alur pembuatan tugas akhir yaitu sebagai berikut:



Gambar 3.2 Alur Pembuatan Tugas Akhir

Pada Gambar 3.2 diatas dalam mengerjakan tugas akhir ini penulis memulai dengan mencari referensi untuk ilmu dasar dan tentang apa yang akan dibuat. Kemudian penulis mengerucutkan hasil yang telah didapat dari beberapa referensi dan merumuskan untuk membuat aplikasi ini. Setelah itu penulis membuat alat yang akan dipakai dan memutuskan untuk membuat aplikasi ini serta memulai merancang aplikasi. Penulis melanjutkan tugas akhir ini pada saat aplikasi yang dirancang sudah sesuai dan merancang kembali aplikasi jika tidak sesuai yang diharapkan. Setelah sesuai dengan apa yang diharapkan penulis mulai mendesain aplikasi ini dilanjutkan dengan membuat program sesuai dengan desain dan fitur dalam aplikasi. Setelah itu penulis menguji aplikasi ini sesuai dengan apa yang diharapkan atau tidak. Jika tidak maka akan dilakukan perbaikan program sampai semua sesuai. Setelah selesai maka penulis melakukan analisis dan kesimpulan dan selesai.

3.3 Alur Sistem dan Perancangan Aplikasi

Pada aplikasi ini akan menampilkan output dari sensor *pulse* yang akan mendeteksi seseorang yang diambil dari database. Aplikasi ini dirancang menggunakan 2 kondisi yang telah disimpan dari pengujian sebelum aplikasi ini digunakan. 2 kondisi ini yaitu detak jantung yang normal dan detak jantung yang teridentifikasi dini penyakit jantung koroner. Data tersebut akan diambil dari orang yang normal dan orang yang terkena penyakit jantung koroner. Setelah

itu aplikasi ini akan digunakan untuk semua orang yang akan melakukan pengecekan jantung mereka. Aplikasi ini juga ditambahkan dengan pengecekan gejala yang untuk validasi penyakit tersebut.

Berikut table perancangan pada aplikasi ini:

No	Nama Menu / User Interface	Keterangan
1	Activity 1 Menu	Pada <i>activity</i> ini menampilkan bagaimana cara untuk menggunakan alat dan terdapat <i>button</i> untuk melihat hasil dari alat.
2	Main Menu	Pada <i>activity</i> main menu menampilkan hasil dari alat deteksi dan menampilkan data dari database, serta terdapat <i>button</i> untuk cek gejala.
3	Cek Gejala Menu	Pada <i>activity</i> cek gejala terdapat beberapa pertanyaan mengenai beberapa gejala yang berhubungan dengan penyakit jantung koroner.

Tabel 3. 1 Perancangan Aplikasi

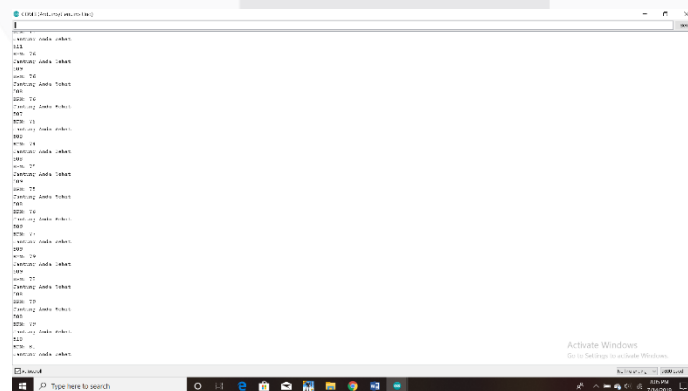
4. Hasil dan Analisis

4.1 Analisis Hasil Arduino

Analisis ini merupakan data yang diuji dari beberapa orang yang mempunyai detak jantung normal dan mempunyai detak jantung yang terdeteksi penyakit jantung koroner. Menurut teori yang telah dipelajari bahwa detak jantung normal berada diantara BPM (Beats Per Minute) 60-100 dan penyakit jantung koroner berada dibawah 60 BPM.

4.1.1 Hasil Dari Jantung Normal

Data ini diambil dari orang yang mempunyai detak jantung yang normal.



Gambar 4. 1 Hasil Arduino Detak Jantung Normal

Pada gambar diatas menunjukan bahwa alat ini mendeteksi sinyal jantung normal sesuai dengan teori yaitu diantara 60-100 BPM. Berikut adalah beberapa hasil dari keluaran alat ini dari beberapa orang yang dideteksi normal.

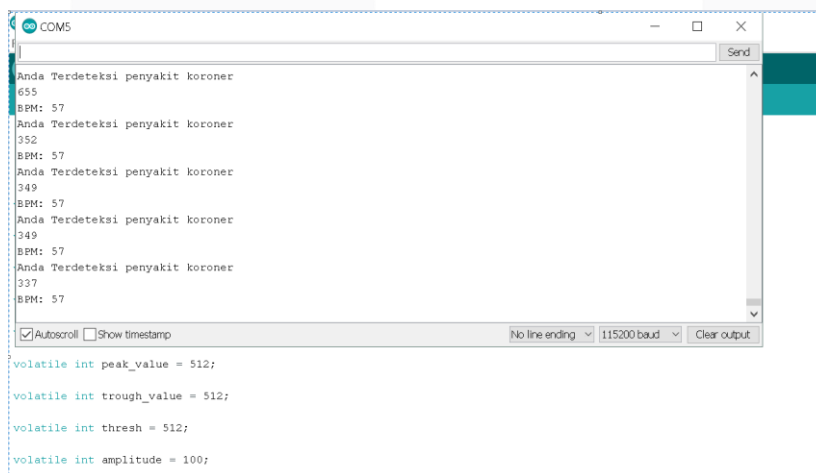
NO	PENGGUNA	H1	H2	H3	H4	H5
1	P1	76	76	76	75	74
2	P2	80	80	83	82	81
3	P3	67	67	67	66	65
4	P4	89	89	88	89	89
5	P5	88	87	87	87	88
6	P6	70	70	71	70	70
7	P7	85	84	84	85	85
8	P8	86	85	85	86	86
9	P9	83	83	83	83	82
10	P10	77	77	76	76	77

Tabel 4. 1 Hasil Beberapa Orang Jantung Normal

Dari hasil table 4.1 diatas menunjukkan bahwa hasil dari pengukuran alat ini kepada orang yang memiliki detak jantung normal sesuai dengan teori dimana rate BPM berada diantara 60-100 BPM. P=Person dan H=Hasil Percobaan.

4.1.2 Hasil Dari Penderita Jantung Koroner

Data ini diambil dari orang yang menderita penyakit jantung koroner.



```

COM5
Anda Terdeteksi penyakit koroner
655
BPM: 57
Anda Terdeteksi penyakit koroner
352
BPM: 57
Anda Terdeteksi penyakit koroner
349
BPM: 57
Anda Terdeteksi penyakit koroner
349
BPM: 57
Anda Terdeteksi penyakit koroner
337
BPM: 57

[Autoscroll] [Show timestamp] [No line ending] [115200 baud] [Clear output]

volatile int peak_value = 512;
volatile int trough_value = 512;
volatile int thresh = 512;
volatile int amplitude = 100;

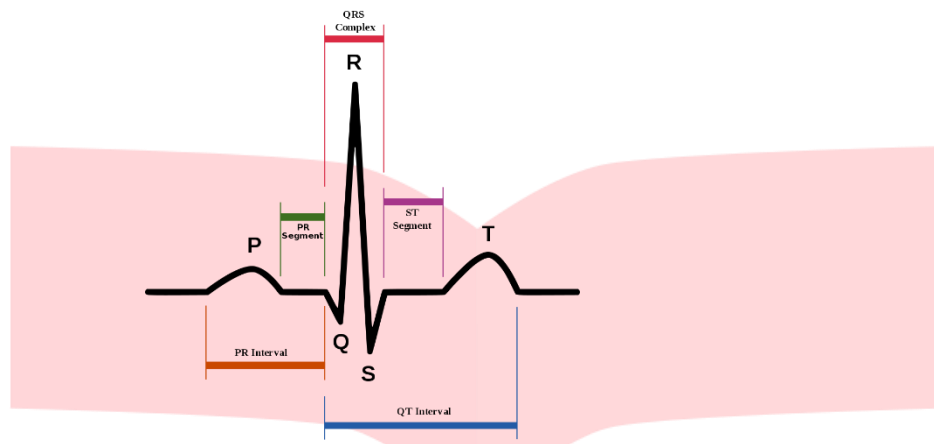
```

Gambar 4.2 Penyakit Koroner

Pada Gambar 4.2 diatas menunjukkan bahwa nilai dari BPM tersebut teridentifikasi penyakit jantung coroner karena pada saat pemeriksaan dalam kondisi duduk istirahat BPM tersebut dibawah 60 BPM. Selanjutnya data ini dikirimkan ke aplikasi dan pemeriksaan gejala.

4.2 Analisis Bentuk Signal Jantung

Analisis bentuk signal kali ini membandingkan antara signal normal seseorang berdasarkan teori dan dengan hasil alat ini.



Gambar 4.3 Gambar Signal Jantung Normal

Pada Gambar 4.3 diatas adalah teori untuk menggambarkan signal jantung normal. Pada jantung normal memiliki beberapa signal yang digambarkan dengan signal P, Q, R, S dan T. Dan berikut adalah hasil dari alat untuk mendeteksi jantung normal:

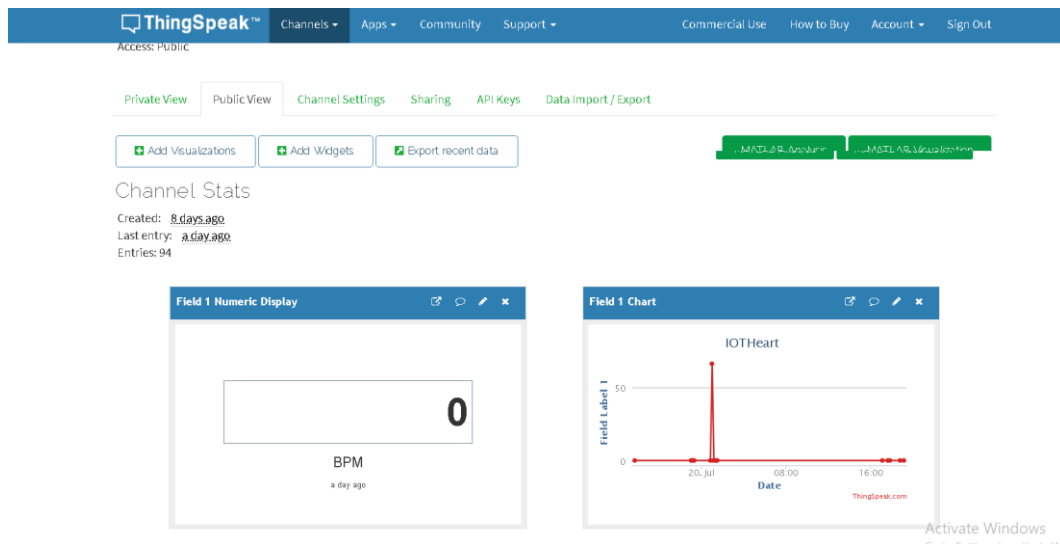


Gambar 4.4 Gambar Hasil Alat Jantung Normal

Pada Gambar 4.3 diatas adalah hasil dari deteksi alat ini untuk jantung normal dan sesuai dengan teori bahwa gambar tersebut memiliki signal P, R, S, Q dan T.

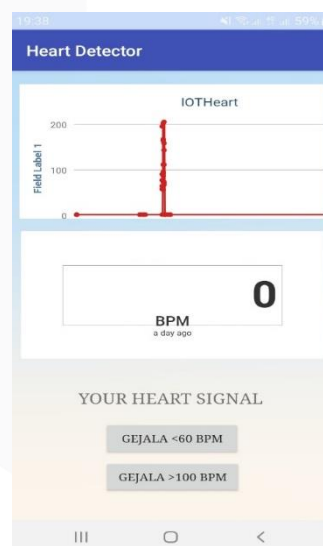
4.3 Analisis Output di Aplikasi

Aplikasi ini dilengkapi dengan *library webview* dimana data dari database bisa dipanggil dan dilihat di aplikasi ini. Alat ini akan mengirimkan data berupa nilai integer yang diterima oleh *database* dengan 2 tabel. Tabel 1 akan menerima nilai *integer* dan tabel 2 akan menerima nilai sesuai dengan yang dikirimkan secara bertahap dengan menggambarkan sebuah line tabel. Berikut adalah data yang ada di *database* dan di aplikasi ini:



Gambar 4.5 Output Database

Gambar 4.5 diatas menunjukkan data yang ada di *database* dari pengiriman alat ini data dari gambar *field 1 Numeric Display* adalah data yang diambil dari pengiriman alat ke *database* berupa nilai integer dan pada gambar *Field 1 Chart* adalah data berupa nilai yang dikirimkan secara berurutan pada waktu tertentu. Berikut data yang dapat diambil di aplikasi:

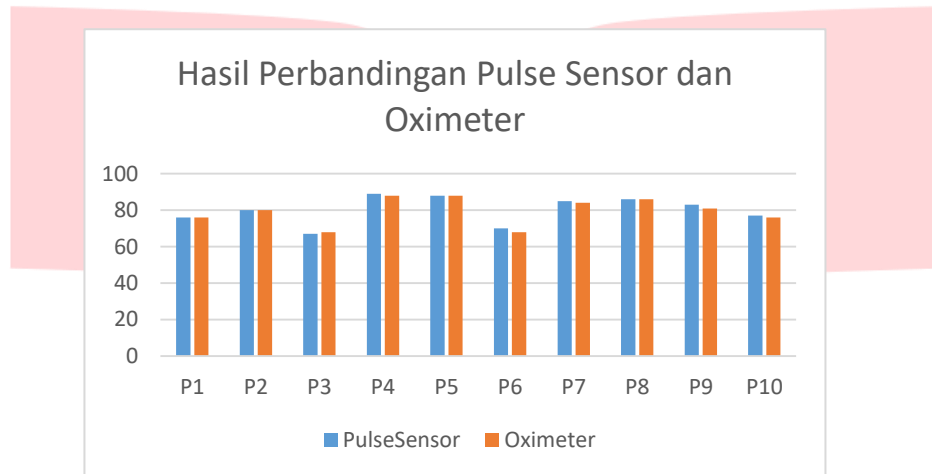


Gambar 4.6 Output Aplikasi

Pada Gambar 4.6 menunjukkan data yang dikirimkan alat dari ke *database* dan dipanggil diaplikasi menggunakan *library WebView* android studio. Data yang dipanggil sesuai dengan database dan aplikasi ini bisa update sesuai dengan *database*.

4.4 Analisis dan Hasil Perbandingan

Hasil dari pengujian alat ini dengan membandingkan hasil dari alat yang ada di Rumah sakit adalah sebagai berikut.



Gambar 4.7 Gambar Hasil Perbedaan Pulse Sensor dan Oximeter

4.5 Pengukuran Delay

Berikut adalah hasil pengukuran delay pengiriman dari alat ke aplikasi dengan 2 kondisi yaitu pada siang hari pukul 12.00 dan malam hari pukul 23.30 pada ruang tertutup.

Pengukuran	Delay (s)	Pengukuran	Delay (s)	Pengukuran	Delay (s)
P1	2	P11	4	P21	2
P2	5	P12	3	P22	4
P3	5	P13	2	P23	3
P4	1	P14	3	P24	2
P5	3	P15	2	P25	2
P6	3	P16	3	P26	4
P7	5	P17	4	P27	5
P8	4	P18	1	P28	3
P9	1	P19	1	P29	3
P10	2	P20	1	P30	2

Tabel 4.2 Delay Malam Hari

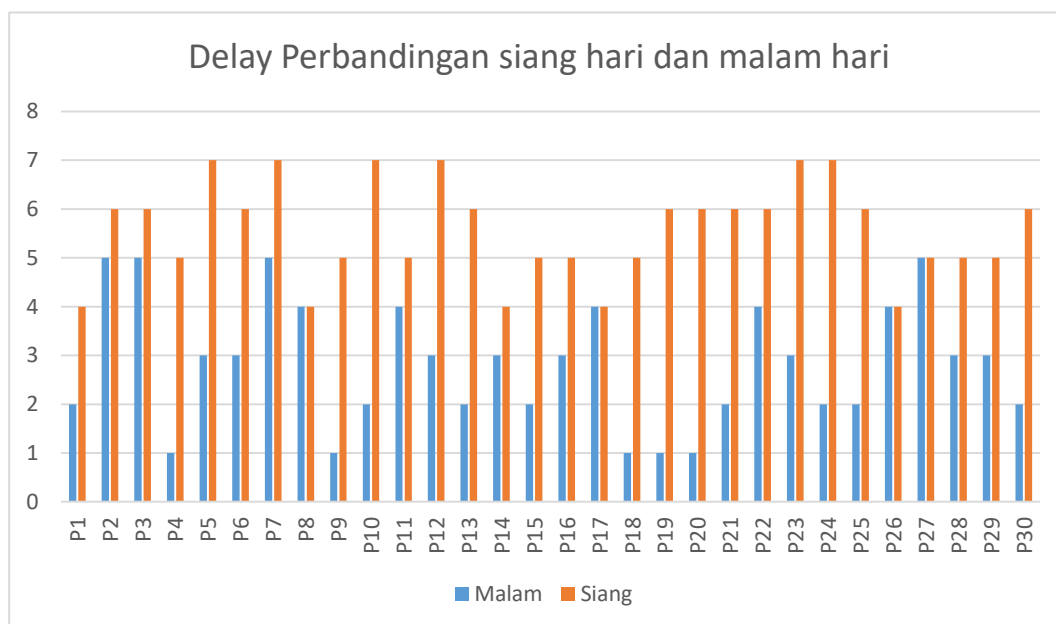
Pada pengukuran Tabel 4.2 diatas dengan 10 kali percobaan di malam hari pukul 23.30 wib menunjukkan delay minimum pengiriman alat ke aplikasi yaitu 1 second dan delay maksimum yaitu 5 second. Pengukuran dilakukan pada ruang tertutup.

Pengukuran	Delay (s)	Pengukuran	Delay (s)	Pengukuran	Delay (s)
P1	4	P11	5	P21	6
P2	6	P12	7	P22	6
P3	6	P13	6	P23	7
P4	5	P14	4	P24	7
P5	7	P15	5	P25	6
P6	6	P16	5	P26	4
P7	7	P17	4	P27	5
P8	4	P18	5	P28	5
P9	5	P19	6	P29	5
P10	7	P20	6	P30	6

Tabel 4.3 Delay Siang Hari

Pada Tabel 4.3 diatas yaitu pengukuran *delay* yang dilakukan pada siang hari pukul 12.00 wib diruang tertutup. *Delay* maksimal yaitu pada 7 *second* dan *delay* minimum pada 4 *second*.

Berikut perbandingan *delay* antara siang hari dan malam hari.



Gambar 4.3 Perbandingan Delay Siang Hari dan Malam Hari

Pada Gambar 4.8 menunjukkan perbandingan *delay* pada 10 kali pengukuran disiang hari dan malam hari dengan selisih minimal 1 *second* dan selisih maksimal 5 *second*.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari perancangan alat, validasi dan pengukuran ketepatan alat bisa bekerja sesuai rancangan maka dapat didapatkan kesimpulan yaitu:

1. Hasil alat ini bisa mendeteksi sinyal jantung dengan adanya sensor pulse yang dikirimkan ke Arduino sesuai dengan *rate* BPM. Dari hasil pengukuran kepada orang yang mempunyai jantung normal sesuai dengan teori dimana *rate* jantung berada pada 60-100 BPM.
2. Alat ini bisa mendeteksi lemah dan tingginya sinyal jantung dengan *rate* BPM seseorang.

3. Alat ini bisa mengklasifikasikan penyakit dini dengan jantung lemah yaitu penyakit dini jantung koroner melalui aplikasi dengan ditambahkan beberapa gejala.
4. Alat ini mengirimkan data ke *database* sesuai dengan perintah dan hasil dari Arduino yang menggunakan modul *WiFi* dari *ESP8266-01*. Hasil dari database dibandingkan dengan aplikasi adalah sama.

Daftar Pustaka:

- [1] D.A.E. Putra, “ Smartphone Sebagai Gaya Hidup” unpublished
- [2] R.S.B. Rosli, “Mobile Heart Rate Detection System (MoHerDS) for Early Warning of Potentially Fatal Heart Diseases”, 2016, International Islamic University Malaysia
- [3] R. Ahmad, “*Rancang Bangun Aplikasi Mobile-Resto Reservation Pada Multiplatform*”, 2013, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kaim Riau Pekanbaru 5
- [4] V.S.S. Rajani, A.Malini, K.Sundarakantham, “Performance Evaluation of Online Mobile Application Using Test My App”, 2014, IEEE 2
- [5] F. Zennifa, Fitrilina, H. Kamil, K. Iramina, “Prototype Early Warning System for Heart Disease Detection Using Android Application” 2014, IEEE
- [6] Z. Fadilla, “Prototipe Alat Deteksi Dini Dan Mandiri Penyakit Jantung Menggunakan Sistem Pakar Vcirs Arduino Dan Handphone Android”, 2014, Jurnal Skripsi, Mahasiswa Teknik Elektro Universitas las Program Studi Telekomunikasi, Padang.
- [7] F. Rozie, F. Hadary, F.T. Pontia W, “Rancang Bangun Alat Monitoring Jumlah Denyut Nadi/Jantung Berbasis Android” *unpublished*
- [8] L. Ghani, M.D. Susilawati, H. Novriani, “Faktor Risiko Dominan Penyakit Jantung Koroner di Indonesia”, Buletin Penelitian Kesehatan, Vol. 44, No. 3, September 2016 : 153 - 164
- [9] D. Zahrawardani, K.S. Herlambang, H.D. Anggraheny, “Analisi Faktor Risiko Kejadian Penyakit Jantung Koroner di RSUP Dr Kariadi Semarang”, Jurnal Kedokteran Muhammadiyah, Volume 1 No 2, 2013
- [10] I. Iskandar, A. Hidayat, “Analisa Quality of Service(QoS) Jaringan Internet Kampus”, Jurnal CoreIT, Volume 1 No.12, 2015
- [11] M. Nurdin, N. Aminah, Syahrir, F. Djamil, M.F. Hamdani, “Deteksi Denyut Jantung Dengan Metode Sensor Pulsh Berbasis Arduino”, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makasar, 2015